

**CORSO DI STUDIO *Physics (LM-17)***
**ANNO ACCADEMICO 2024-2025**
**DENOMINAZIONE DELL'INSEGNAMENTO *Modeling of Complex Systems***

Principali informazioni sull'insegnamento	
Anno di corso	1°
Periodo di erogazione	2° semestre: Marzo – Maggio 2025
Crediti formativi universitari (CFU/ECTS):	6
SSD	PHYS/06
Lingua di erogazione	Inglese
Modalità di frequenza	Raccomandata, non obbligatoria

Docente	
Nome e cognome	Nicola Amoroso
Indirizzo mail	nicola.amoroso@uniba.it
Telefono	0805442551
Sede	Dipartimento di Farmacia, quarto piano, stanza 523 bis
Sede virtuale	Teams: qh43wj4
Ricevimento	Su richiesta: lunedì 15-17, mercoledì 15-17

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
150	40	15	95
CFU/ECTS			
6	5	1	

<b>Obiettivi formativi</b>	Conoscenza dei modelli fondamentali di teoria dei grafi e applicazione a sistemi reali complessi.
<b>Prerequisiti</b>	Nessuno

<b>Metodi didattici</b>	Il corso ha l'obiettivo duplice di fornire gli elementi di base che caratterizzano i sistemi complessi e i metodi di analisi utili all'esame di casi reali. Per questa ragione, il corso sarà caratterizzato sia da lezioni frontali atte alla trasmissione delle conoscenze che da esercitazioni laboratoriali al pc per esercitare la messa in pratica di tali conoscenze.
-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	
<i>Da indicare per ciascun Descrittore di Dublino (DD)</i>	
<b>DD1 Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica</li> <li>o Conoscenza degli strumenti matematici avanzati di uso corrente nei settori della ricerca di base ed applicata</li> <li>o Conoscenza degli strumenti informatici avanzati di uso corrente nei settori della ricerca di base ed applicata</li> <li>o Conoscenza dei sistemi complessi</li> <li>o Concetti di base di reti complesse e teoria dei grafi</li> </ul>

<p><b>DD2 Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di identificare gli elementi essenziali di un fenomeno</li> <li>o Capacità di utilizzare lo strumento dell'analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving)</li> <li>o Capacità di progettare e di mettere in atto procedure sperimentali o teoriche per risolvere problemi della ricerca accademica e industriale o per il miglioramento dei risultati esistenti</li> <li>o Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico</li> <li>o Modellazione di sistemi reali con reti complesse e utilizzo di misurazioni basate sulla rete per l'apprendimento statistico</li> </ul>
<p><b>DD3-5 Competenze trasversali</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Autonomia di giudizio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture</li> <li>o Capacità di comprendere le dinamiche sottostanti i sistemi complessi</li> </ul> </li> <li>● <b>Abilità comunicative</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica</li> <li>o Competenze informatiche relative all'analisi dei (big) data</li> <li>o Programmazione scientifica (Python)</li> <li>o Visualizzazione di dati/risultati con linguaggio scientifico appropriato</li> <li>o Capacità di lavorare in gruppo</li> </ul> </li> <li>● <b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze</li> <li>o Capacità di risoluzione dei problemi</li> <li>o Modellare sistemi del mondo reale</li> <li>o Conoscenza di uno strumento di analisi dei big data</li> <li>o Introduzione di base alla programmazione in Python.</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b></p>	<p>Teoria dei grafi: dalle definizioni di base all'algebra delle reti. Il Laplaciano, autovalori e autovettori. Modelli di rete. Grafici casuali: il modello Erdos-Renyi. Teoria delle matrici casuali. Reti del piccolo mondo. Reti scale-free. Proprietà strutturali e topologiche di una rete. Dalle proprietà globali a quelle nodali: centralità del nodo. Analisi di comunità. Reti pesate: cenni.</p> <p>Laboratorio: Programmazione di applicazioni con Python per reti reali. Caso di studio (da discutere con lo studente)</p>
<p><b>Testi di riferimento</b></p>	<p>Network Science, Barabasi. A first course in Network Theory, Estrada-Knight.</p>
<p><b>Note ai testi di riferimento</b></p>	<p>Appunti e slide del docente</p>
<p><b>Materiali didattici</b></p>	<p>Teams: qh43wj4</p>
<p><b>Valutazione</b></p>	
<p>Modalità di verifica dell'apprendimento</p>	<p><i>Attività di Laboratorio (20%), Esame Orale (80%), Premio Velocità (+ 3/30)</i></p> <p><i>La prova finale dell'esame consisterà in una presentazione orale su un caso studio concordato con il docente. Il caso di studio consentirà allo studente di mostrare le conoscenze acquisite in termini teorici e applicativi; infatti, la presentazione dovrà constare sia di una parte teorica che descriva le metodologie di analisi adottate sia di una parte applicativa ove verranno mostrati i risultati delle analisi condotte.</i></p>

	<i>La presentazione deve avere una durata minima di 20 minuti.</i>
Criteri di valutazione	<p>lo studente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- conosce i principi base della teoria dei grafi;</li> <li>- conosce e sa utilizzare i modelli di rete complessi nelle diverse situazioni;</li> <li>- conosce e sa misurare le proprietà topologiche di una rete;</li> <li>- conosce e sa misurare le misure di centralità di un nodo;</li> <li>- sa scrivere una relazione tecnica;</li> <li>- sa presentare i risultati di un esperimento in forma scritta e orale.</li> </ul>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p><i>Il voto finale è attribuito in trentesimi. L'esame si intende superato quando il voto è maggiore o uguale a 18.</i></p> <p><i>L'esame consiste nella presentazione orale di un caso studio concordato con il docente, metà giudizio verterà quindi sulle conoscenze acquisite e metà sulla loro corretta applicazione.</i></p>
<b>Altro</b>	
	.